

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-004033  
(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

C23C 14/24

(21) Application number : 2000-183438

(71)Applicant :

**SONY CORP**

(22) Date of filing : 19.06.2009

(72) Inventor:

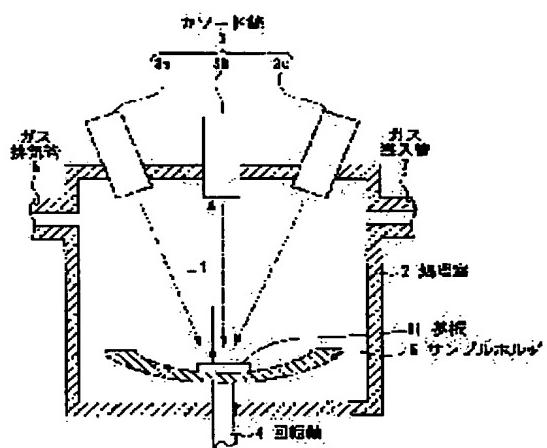
UEDA MITSUNORI

**(54) APPARATUS AND METHOD FOR FILM DEPOSITION**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus and a method for film deposition capable of forming a functional film of high quality while reducing the manufacturing cost.

**SOLUTION:** This apparatus for film deposition is provided with a plurality of film deposition means (a pulse generator 11, an arc power source 12, a cathode gun 3) comprising a pulse arc vapor deposition source utilizing the cathodic vacuum arc system. The cathode guns (3a, 3b and 3c) have cathode materials different from each other, and the film deposition is implemented at the film deposition speed different from each other. The film deposition speed at each cathode gun can be controlled at high accuracy to form the functional film of high quality.



## NOTICES \*

PO and INPIT are not responsible for any  
amages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

Claim(s)]

Claim 1]A film deposition system comprising:

processing chamber.

an attachment component which is allocated in this processing chamber and holds a processed object.

two or more membrane formation means to generate arc discharge for every predetermined time interval in which variable is possible, and to form in the surface of said processed object a thin film which consists of a predetermined membrane formation material using energy of this arc discharge.

Claim 2]The film deposition system comprising according to claim 1:

pulse generating means which said membrane formation means makes generate a pulse signal for every predetermined time interval.

power supply means which supplies a power supply according to a pulse signal generated by this pulse generating means.

membrane formation sauce which generates arc discharge using a power supply supplied by this power supply means, and performs membrane formation processing using energy of this arc discharge.

Claim 3]The film deposition system according to claim 2 provided with a mutually different control means in each pulse generating means of said two or more membrane formation means which outputs an indication signal to each pulse generating means so that a pulse signal may be generated for every time interval.

Claim 4]The film deposition system according to claim 1 provided with a rotation support member which supports said attachment component rotatable.

Claim 5]Two or more membrane formation means which can form a thin film which consists of a predetermined membrane formation material using energy of arc discharge generated according to a pulse signal generated for every predetermined time interval in which variable is possible are used. A method for film deposition forming a thin film as a time interval which a pulse signal generates in each membrane formation means is differed mutually.

Claim 6]The method for film deposition according to claim 5 using two or more materials which have a mutually different refractive index as said predetermined membrane formation material.

---

Translation done.]

## NOTICES \*

PO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### Detailed Description of the Invention]

J001]

Field of the Invention] This invention relates to the film deposition system or method for film deposition for forming functional films, such as for example, an inclination film, in the surfaces, such as a substrate.

J002]

Description of the Prior Art] Probably various techniques, such as a vacuum deposition method, sputtering process, a chemical-vapor-deposition (CVD;Chemical Vapor Deposition) method, or the ion plating method, are used in the field as the membrane formation technique of the thin film in an industrial use way today, for example.

J003] By the way, the examination for forming the film mixture which consists of two or more different membrane formation materials using the plural deposition systems constituted so that two or more membrane formation techniques which were described above might be performed simultaneously these days is made. This film mixture is expected as what has a new function which cannot be exhibited in the simple gland which consists of membrane formation material of 1, and the characteristic. It is assumed by performing membrane formation processing that it becomes possible to form the film mixture (only henceforth an "inclination film") to which film composition was changed arbitrarily, controlling the membrane formation speed of each membrane formation material using two kinds of membrane formation materials which are mutually different concrete, for example to differ mutually. When two kinds of membrane formation materials which have a refractive index which is mutually different, for example are used as two kinds of membrane formation materials which are mutually different especially, the inclination film which has the characteristic physical characteristic that a refractive index changes almost continuously or periodically should be formed. Generally that from which a refractive index changes periodically among the inclination films which have such a physical characteristic is called the "RUGETO filter."

J004] As an industrial use way of a RUGETO filter, the use to the polarizing filter for optical discs (narrow band filter), the filter for color separation, or an acid-resisting filter is assumed as an optical application, for example. As for this RUGETO filter, that high usefulness is recognized for the following reasons in recent years. That is, generally in the cascade screen which made the thin film which consists of two kinds of membrane formation materials which have a refractive index which is mutually different, for example laminate by turns, respectively, comparatively many excessive high order reflexogenic-zone peaks other than the peak of the desired main design wave length who should use, i.e., a side band, will occur. In such a case, it is necessary to allocate a low pass or a high-pass filter in a light filter separately in piles in order to reduce the influence of the unnecessary side band which acts as a noise. On the other hand, in a RUGETO filter, since there are comparatively few excessive side bands, it may be able to use industrially, without allocating the above-mentioned low pass filter etc. separately.

J005] In order to form a quality RUGETO filter, it is necessary to control the membrane formation speed of each membrane formation material which constitutes an inclination film very with high precision so that the refractive index in a film changes almost periodically. It is because the refractive index in a film will change intermittently and a side band will arise, if control of the membrane formation speed of each membrane formation material is not enough.

J006] Especially in forming a RUGETO filter here using a series of above-mentioned membrane formation techniques, it controls the membrane formation speed at the time of membrane formation, and it is important to control the thickness of the thin film formed. Generally, the thickness monitor etc. which were constituted including the optical thickness gage and the crystal oscillator are used for the purpose of controlling membrane formation speed, thickness, etc., for example. The ellipsometer etc. are used in order to carry out in-situ management of a presentation, a refractive index, etc. of a thin film in the middle of membrane formation. Controlling and managing membrane formation speed etc. using these peripheral equipment (a thickness monitor, an optical thickness gage, an ellipsometer, etc.), by performing membrane formation processing, for example, change if the membrane formation speed resulting from change of the degree of vacuum in a chamber, etc. is recognized, and it becomes possible to correspond change of a film formation condition etc.

J007]

Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to form an inclination film using the conventional film deposition system, it is necessary to make peripheral equipment, such as a thickness monitor, carry independently for every membrane formation sauce, as described above. Generally these peripheral equipment (thickness monitor etc.) is expensive. Thus, when a useful RUGETO filter was conventionally formed by an optical field, in order perform membrane formation speed at the time of membrane formation, control of thickness, etc., and expensive peripheral equipment is needed separately and to manufacture a film deposition system, there was a problem of requiring a big manufacturing cost. Therefore, by the optical field, although the RUGETO filter was dramatically useful, it suited the situation where the development / manufacture themselves were not carried out widely.

J008] This invention was made in view of this problem, and the purpose is in providing the film deposition system and method for film deposition which can form a quality functional film, reducing a manufacturing cost.

J009]

Means for Solving the Problem] An attachment component which a film deposition system of this invention is allocated in a processing chamber and this processing chamber, and holds a processed object, Arc discharge is generated for every predetermined time interval in which variable is possible, and it has two or more membrane formation means to form in the surface of a processed object a thin film which consists of a predetermined membrane formation material, using energy of this arc discharge.

J010] Two or more membrane formation means which can form a thin film which consists of a predetermined membrane formation material using energy of arc discharge generated according to a pulse signal generated for every predetermined time interval in which variable is possible are used for a method for film deposition of this invention, A thin film is formed as a time interval which a pulse signal generates in each membrane formation means is differed mutually.

J011] In a film deposition system or a method for film deposition of this invention, according to a pulse signal generated for every predetermined time interval in which variable is possible, arc discharge occurs by two or more membrane formation means, and a thin film which consists of a predetermined membrane formation material using energy of this arc discharge is formed in the surface of a non-processing body.

J012]

Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail with reference to drawings.

J013] Drawing 2 expresses the plane constitution of the film deposition system concerning the 1 embodiment of this invention, and drawing 1

expresses the arrowed cross-section composition which met the A-A line of the film deposition system shown in drawing 2. This film deposition system is for mainly forming an inclination film in the surface of the substrate H used as the candidate for membrane formation (processed object). 0014] Since it is embodied by the film deposition system concerning this embodiment, it combines below and the method for film deposition concerning this embodiment is explained.

0015] The inside of the processing chamber 2 is isolated with the exterior, and sealing of it is attained. Opening and closing of some processing chambers 2 are attained (not shown), and it can equip with the substrate H the surface of the sample holder 5 which was allocated inside the processing chamber 2 and which is mentioned later, or can perform now the maintenance etc. of each part allocated inside the processing chamber 2.

0016] Two or more cathode guns 3a, 3b, and 3c (only henceforth [ these are named generically and ] "the cathode gun 3") for performing membrane formation processing to the field (ceiling surface) of the upper part in the whole surface of the processing chamber 2, for example, drawing 1, to the substrate H, for example, three cathode guns, are allocated on about 1 straight line. The tip side is located in the inside of the processing chamber 2, on the other hand, the processing chamber 2 is penetrated and each cathode gun is allocated, for example so that the end face side may be located in the exterior of the processing chamber 2. The extending direction becomes vertical to the ceiling surface of the processing chamber 2, and the cathode gun 3b is allocated, for example so that it may be in agreement with each center of the axis of rotation 4 which the center mentions later, the sample holder 5, the substrate H, etc. other cathode guns 3a and 3c on the other hand — for example — each center — the sample holder 5 — it goes to the central part mostly, and it is allocated so that each arranging position may become symmetrical on both sides of the cathode gun 3b.

0017] This cathode gun 3 evaporates a cathode material (membrane formation material) using the energy of arc discharge, and forms a thin film in the surface of the substrate H by what that evaporation atom is dispersed for to the surface of the substrate H held on the sample holder 5 (that is, it is made to vapor-deposit). Each of the cathode guns 3a, 3b, and 3c is provided with the metallic material which consists of the membrane formation material which has a refractive index which is mutually different, for example, for example, titanium, (Ti), aluminum (aluminum), niobium (Nb), etc. as a cathode material. For example, when these three cathode guns (3a, 3b, 3c) drive simultaneously, an inclination film from which the presentation in a film and a refractive index change almost continuously or periodically will be formed. Of course, it also enables only some cathode guns (for example, cathode gun 3a etc.) to drive. The principle of operation of the cathode gun 3 is mentioned later. Here, the cathode guns 3a, 3b, and 3c correspond to one example of the "membrane formation source" in this invention.

0018] In the inside of the processing chamber 2, the axis of rotation 4 penetrates the field (bottom) of the bottom in other whole surface of the processing chamber 2, for example, drawing 1, in the field in which the cathode gun 3 is allocated, and the field (lower part field in a figure) of the side which counters mostly, and is allocated in them. This axis of rotation 4 is allocated, for example so that that extending direction may become almost vertical to the bottom of the processing chamber 2. The end part is connected with the bowl-like sample holder 5 among the axes of rotation 4, for example, and, on the other hand, the other end is connected with the drive 30 (refer to drawing 3) which was formed in the exterior of the processing chamber 2 and which is mentioned later.

0019] The sample holder 5 is for holding the substrate H used as the candidate for membrane formation. Wearing of the substrate H is attained in the field by the side of the field in which the cathode gun 3 is allocated among the sample holders 5. This substrate H is removable if needed to the sample holder 5. Drawing 1 shows the case of the surface of the sample holder 5 where a center section is mostly equipped with the substrate H of 1, for example. When the axis of rotation 4 rotates by the drive action of the drive 30, the substrate H with which the sample holder 5 was equipped rotates the axis of rotation 4 as a center. For example, adjustment of a hand of cut (right-handed rotation or left-handed rotation), revolving speed, etc. of the substrate H is freely attained by the worker etc. who perform membrane formation processing. The thickness unevenness (membrane formation unevenness) of the thin film formed in the surface of the substrate H is reduced by rotating the substrate H especially at the time of membrane formation. The sample holder 5 may be made to be equipped with two or more substrates H. In such a case, in one-time stage film formation, it becomes possible to perform membrane formation processing to two or more substrates H.

0020] The sample holder 5 consists of conductive materials, such as copper and stainless steel, and functions as an electrode for accelerating or decelerating the membrane formation substance ionized in the cathode gun 3, for example. The sample holder 5 is connected to the bias-power-supplies device 20 (refer to drawing 3) mentioned later, and predetermined bias is supplied between the sample holder 5 — the processing chamber 2 (ground) by this bias-power-supplies device 20. For example, adjustment of the size of the bias supplied between the sample holder 5 — the processing chamber 2 (ground) is freely attained by the worker.

0021] The axis of rotation 4 corresponds to one example of the "rotation support member" in this invention here, and the sample holder 5 corresponds to one example of the "attachment component" in this invention.

0022] The gas exhaust pipes 6 are allocated by the whole surface (wall surface of the left-hand side in drawing 1) other than the field in which each of the cathode gun 3 and the axis of rotation 4 is allocated among the processing chambers 2. The gas exhaust pipes 6 are connected to the pressure reducing device 40 (refer to drawing 3) which was formed in the exterior of the processing chamber 2 and which is mentioned later. It is possible to make it decompress until it will, for example, make the gas enclosed with the processing chamber 2 exhaust by the decompression action of this pressure reducing device 40 or will be in the pressure condition of a request of the pressure condition inside the processing chamber 2.

0023] The gas introducing pipe 7 is allocated in the field in which the gas exhaust pipes 6 are allocated among the processing chambers 2, and the field (wall surface of the right-hand side in drawing 1) which counters. It is possible through this gas introducing pipe 7 to introduce desired gas into the inside of the processing chamber 2. When forming metallic oxide films (for example, aluminum oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) etc.) in the surface of the substrate H, specifically, it is possible to introduce oxygen gas ( $\text{O}_2$ ) into the inside of the processing chamber 2 through the gas introducing pipe 7, for example.

0024] Here, the distance L1 between the cathode gun 3 — the substrate H is rationalized so that the following faults may be avoided. That is, if the distance L1 is too small, the cathode gun 3 will approach too much to the substrate H, and the influence of the radiant heat produced when the cathode gun 3 drives will attain to the substrate H. In such a case, in stage film formation, the temperature of the substrate H rises too much, and the substrate H may be damaged by thermal expansion etc. For this reason, it is necessary to enlarge distance L1 properly that breakage of the substrate H resulting from the above-mentioned radiant heat, etc. should be avoided. On the other hand, if the distance L1 is too large, the substrate H and the cathode gun 3 separate too much, and membrane formation processing may not be performed properly. For example, where oxygen gas is introduced into the processing chamber 2 that a metallic oxide film should be formed, the mean free path of the metal atom which evaporated and dispersed from the cathode gun 3 becomes smaller than an average free process in case the processing chamber 2 is in a reduced pressure state. In such a case, some metal atoms which dispersed from the cathode gun 3 can reach to the surface of the substrate H, and membrane formation processing is no longer performed fully as a result. It is necessary to rationalize the distance L1 from these things that membrane formation processing should be performed efficiently. The downward tendency of the mean free path of the metal atom in the gas introduced into the influence and the processing chamber 2 of radiant heat at the time of the drive of the above-mentioned cathode gun 3 will mainly be changed with the output of the cathode gun 3, etc. For this reason, the distance L1 is mainly determined based on conditions, such as an output of the cathode gun 3.

0025] Drawing 3 is a block diagram showing the outline composition of a film deposition system. Drawing 3 shows a series of parts mainly driven based on the indication signal outputted from the controller 50. A film deposition system is provided with the following. For example, the three pulse generators 11a, 11b, and 11c (only henceforth [ these are named generically and ] "the pulse generator 11") and the three arc power sources 12a, 12b, and 12c (only henceforth [ these are named generically and ] "the arc power sources 12") corresponding to the cathode guns 3a, 3b, and 3c.

The bias-power-supplies device 20 for supplying bias.  
The drive 30 for rotating the axis of rotation 4.

the controller 50 for controlling the pressure reducing device 40 for decompressing the inside of the processing chamber 2, and the whole film position system.

The arc power sources 12 (12a, 12b, 12c) correspond to one example of the "power supply means" in this invention here, and the controller 50 corresponds to one example of the "control means" in this invention. Each of the pulse generator 11a, the arc power sources 12a, the cathode gun 3a, the pulse generator 11b, the arc power sources 12b, the cathode gun 3b and the pulse generator 11c, the arc power sources 12c, and the cathode gun 3c corresponds to one example of the "membrane formation means" in this invention.

J026]The controller 50 generalizes and controls the whole film deposition system. Specifically, the controller 50 outputs the indication signal for taking each part drive, for example to the pulse generator 11, the bias-power-supplies device 20, the drive 30, and pressure reducing device 40 etc. Especially this controller 50 outputs a mutually different indication signal to each pulse generator, and generates the pulse signal which has a mutually different frequency in each pulse generator (11a, 11b, 11c) so that it may mention later. At this time, the contents of each indication signal outputted from the controller 50 to each of above-mentioned parts will be equivalent to the film formation condition as which the worker etc. operated and inputted input devices (not shown), such as a keyboard, for example. The above-mentioned "film formation conditions" is bias conditions, a rotation condition, decompression conditions, etc. which are mentioned later, for example.

J027]The bias-power-supplies device 20 supplies predetermined bias (bias-power-supplies conditions) between the processing chamber 2 (ground) - the sample holder 5 according to the indication signal outputted from the controller 50. The drive 30 is constituted including a motor etc. and rotates the axis of rotation 4 with a predetermined hand of cut and revolving speed (rotation condition) according to the indication signal outputted from the controller 50, for example. The pressure reducing device 40 is constituted including a vacuum pump etc., and it is decompressed, for example until it will be in a predetermined pressure condition (decompression conditions) about the pressure condition inside the processing chamber 2 according to the indication signal outputted from the controller 50.

J028]The unit constituted by the pulse generator 11a, the arc power sources 12a, and the cathode gun 3 is a pulse arc deposition source using a cathodic vacuum arc method, for example.

J029]The pulse generator 11a generates the pulse signal which has predetermined frequency based on the indication signal outputted from the controller 50, and outputs this pulse signal to the arc power sources 12a. Variable [ of the frequency of the pulse signal generated in the pulse generator 11a ] has become possible, and it is possible especially for the pulse generator 11a to generate the pulse signal of different frequency from the frequency of the pulse signal generated in other pulse generators (11b, 11c). Of course, it is also possible to change uniformly the frequency of the pulse signal generated in each pulse generator (11a, 11b, 11c).

J030]The arc power sources 12a output a current pulse to the cathode gun 3a according to the pulse signal outputted from the pulse generator 11a. At this time, the arc power sources 12a output "the current pulse of 1" equivalent to a predetermined current amount according to "the pulse signal f 1" outputted from the pulse generator 11a. Here, the above-mentioned "predetermined current amount" is a current amount which can generate arc discharge of 1" in the cathode gun 3a, for example. That is, the current amount (the number of current pulses) outputted from the arc power sources 12a to the cathode gun 3a is fluctuated in proportion to the frequency (the number of pulses) of the pulse signal outputted from the pulse generator 11a to the arc power sources 12b.

J031]The cathode gun 3a generates arc discharge according to the current signal outputted from the arc power sources 12a, and performs membrane formation processing using the energy of this arc discharge. At this time, the cathode gun 3a generates "arc discharge of 1" according to the current pulse of 1" outputted from the arc power sources 12a, and evaporates the cathode material of the specified quantity corresponding to the energy of this "arc discharge of 1." That is, the amount of evaporation (the amount of membrane formation) of the cathode material in the cathode gun 3a is fluctuated in proportion to the current amount (the number of current pulses) outputted from the arc power sources 12a to the cathode gun 3a.

J032]Thus, the amount of evaporation (membrane formation speed) of the cathode material per [ in the cathode gun 3a ] unit time is controlled by frequency of the pulse signal outputted from the pulse generator 11a. It is possible to change almost linearly the membrane formation speed of the cathode gun 3a among one to 100 times by specifically changing the frequency of the pulse signal generated in the pulse generator 11a between 0.1 Hz - 10 Hz, for example.

J033]Since it is changed according to the frequency of the pulse signal with which the membrane formation speed of the cathode gun 3a is outputted from the pulse generator 11a at this time, it is controlled by the following reasons with high precision. That is, for example, when performing membrane formation processing using the conventional membrane formation technique, even if it is going to change membrane formation speed in the middle of membrane formation processing, the control response (change of a actual membrane formation speed) to the operation accompanying alterations of condition, such as a worker, is late, and membrane formation speed is not controlled with high precision. Especially such a tendency, for example like electron beam evaporation or resistance heating type vacuum evaporation, it becomes remarkable when using the membrane formation technique with which membrane formation processing is performed when a cathode material reaches beyond predetermined evaporating temperature or sublimation temperature, or the membrane formation technique with which membrane formation processing is performed like sputtering when the gas volume and as pressure in a chamber reach a predetermined state. On the other hand, in this film deposition system, membrane formation speed is changed an instant and correctly through the pulse signal outputted from the pulse generator 11a, i.e., electric signal processing.

J034]Each of the pulse generators 11b and 11c, the arc power sources 12b and 12c, and the cathode guns 3b and 3c functions as the case of the above-mentioned pulse generator 11a, the arc power sources 12a, and the cathode gun 3a similarly.

J035]As especially each of the cathode guns 3a, 3b, and 3c was described above, it is possible to perform membrane formation processing at a mutually different membrane formation speed according to the pulse signal which has mutually different frequency outputted from the pulse generators 11a, 11b, and 11c.

J036]Next, operation of this film deposition system is explained with reference to drawing 1 - drawing 3. Below, the case where the inclination film which consists of three kinds of membrane formation materials (for example, titanium, aluminum, niobium) which have a mutually different refractive index is formed in the surface of the substrate H for example, is explained.

J037]Before performing membrane formation processing, the following preparatory works are performed by the worker etc. namely, the arbitrary positions in the surface of the sample holder 5 after washing the substrate H — for example, — the — a central position is mostly equipped with the substrate H. Then, after checking the sealed state of the processing chamber 2, predetermined film formation conditions (bias conditions, a rotation condition, decompression conditions, etc.) are inputted via input devices, such as a keyboard which is not illustrated.

J038]In this film deposition system, after the above-mentioned preparatory work is completed, first, the pressure reducing device 40 drives and the gas (for example, air etc.) which was filling the inside of the processing chamber 2 is exhausted through the gas exhaust pipes 6. By this exhaust air processing, the inside of the processing chamber 2 decompresses until it will be in a predetermined pressure condition. Then, the drive 30 drives and the axis of rotation 4 rotates. By rotation of this axis of rotation 4, the substrate H with which the sample holder 5 is equipped rotates the axis of rotation 4 as a center. Then, the bias-power-supplies device 20 drives and predetermined bias is supplied between the cathode gun 3 - the sample holder 5. Then, the pulse generator 11, the arc power sources 12, and the cathode gun 3 drive, and each cathode gun performs membrane formation processing. At this time, each cathode gun performs membrane formation processing at a mutually different membrane formation speed. The inclination film which consists of three metallic materials (for example, titanium, aluminum, niobium) which have a refractive index which is mutually different on the surface of the substrate H by this membrane formation processing is formed. This inclination film will reproduce desired film composition, and it will have the physical characteristic that the refractive index in a film changes almost continuously or periodically.

J039]In the state where the pressure inside the processing chamber 2 became almost equal to an external pressure, the substrate H is taken out from the inside of the processing chamber 2 by the worker etc. after completion of membrane formation processing.

0040]In the film deposition system of this embodiment, it has a pulse arc deposition source (the pulse generator 11, the arc power sources 12, cathode gun 3) using the cathodic vacuum arc method of plurality (for example, three). It becomes possible to control the membrane formation speed of each deposition source with high precision, without using expensive peripheral equipment (for example, thickness monitor etc.), in order to control membrane formation speed since each deposition source was made to perform membrane formation processing at a mutually different membrane formation speed. Therefore, a quality inclination film can be formed stably and easily, reducing a manufacturing cost. A quality inclination film from which the refractive index in a film changes almost continuously or periodically can be formed by using especially two or more materials which have a mutually different refractive index as a cathode material (membrane formation material) of each cathode gun.

0041]In the film deposition system of this embodiment, the thickness unevenness (membrane formation unevenness) of the thin film formed in the surface of the substrate H in the substrate H with which the surface of the sample holder 5 was equipped at the time of membrane formation since it was made to rotate the axis of rotation 4 as a center can be made to be able to reduce, and the thickness can be made almost uniform.

0042]As mentioned above, although the embodiment was mentioned and this invention was explained, this invention is not limited to the above-mentioned embodiment, but various modification is possible for it. For example, in the above-mentioned embodiment, although three cathode guns were made to be carried in a film deposition system, it is not necessarily restricted to this and 2 or two or more four or more cathode guns may be made to be carried.

0043]It may be made to make other various parts carry as a part carried in a film deposition system if needed besides the parts of a series shown in drawing 1 - drawing 3 not necessarily, and these parts of a series of it described above -- "others" as various part, they are an ion gun for the leaning for defecating the surface of the substrate H (for example, an argon (Ar) ion gun), an ion gun for mixing made to generate oxygen plasma etc. in order to improve the reactivity of the vacuum evaporation atom in the processing chamber 2, etc., for example.

0044]Although the three cathode guns 3a, 3b, and 3c were allocated in the field (bottom) in which the axis of rotation 4 is allocated among the processing chambers 2, and the field (ceiling surface) of the side which counters in the above-mentioned embodiment. It is not necessarily restricted to this and may be made to change the arranging position of each cathode gun freely. It may be made to specifically allocate the part (for example, cathode gun 3a) of the cathode guns 3 in the field (wall surface) in which the gas exhaust pipes 6 of the processing chambers 2 and the gas introducing pipe 7 were allocated, for example. Also in this case, the almost same effect as the case of the above-mentioned embodiment can be acquired. However, if various kinds of faults resulting from the distance L1 between the above-mentioned cathode gun 3 - the substrate H are voided, It is preferred to allocate the three cathode guns 3a, 3b, and 3c in the substrate H as shown by the above-mentioned embodiment, and the field (ceiling surface) which countered so that the distance between each cathode gun - the substrate H may serve as the conditions mostly.

0045]Although two or more kinds of materials which have a mutually different refractive index were used as a cathode material of each cathode gun in the above-mentioned embodiment, it is not necessarily restricted to this and may be made to, use two or more kinds of materials in which other physical characteristics other than a refractive index differ for example. In such a case, the useful functional film which has new functions other than the above-mentioned inclination film may be able to be formed.

0046]

**Effect of the Invention]**As explained above, according to a film deposition system according to any one of claims 1 to 4 or the method for film deposition according to claim 5 or 6. Two or more membrane formation means which can form the thin film which consists of a predetermined membrane formation material using the energy of the arc discharge generated according to the pulse signal generated for every predetermined time interval in which variable is possible are used. It becomes possible to control membrane formation speed, without using expensive peripheral equipment, such as a thickness monitor, since the thin film was formed as the time interval which a pulse signal generates in each membrane formation means was differed mutually. Therefore, a quality inclination film (functional film) can be formed stably and easily, reducing a manufacturing cost.

0047]Since it had further the rotation support member which supports an attachment component pivotable according to the film deposition system according to claim 4. By rotating an attachment component at the time of membrane formation, the thickness unevenness (membrane formation unevenness) of the thin film formed in the surface of a processed object can be made to be able to reduce, and the thickness can be made almost uniform.

0048]Since two or more materials which have a mutually different refractive index were used as a predetermined membrane formation material according to the method for film deposition according to claim 6, functional films, such as a RUGETO filter, can be formed stably and easily.

---

Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-4033

(P2002-4033A)

(43) 公開日 平成14年1月9日 (2002.1.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 23 C 14/24

識別記号

F I

C 23 C 14/24

テマコート<sup>\*</sup> (参考)

F 4 K 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L. (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-183438(P2000-183438)

(22) 出願日 平成12年6月19日 (2000.6.19)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 植田 充紀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

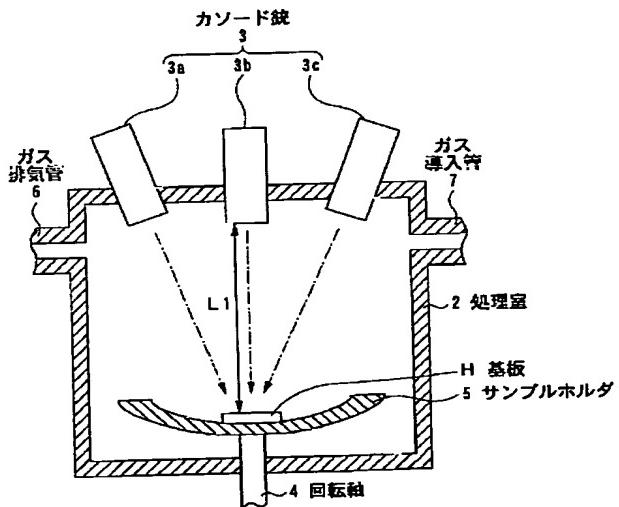
Fターム(参考) 4K029 BB00 BC07 CA03 DD06 EA09

(54) 【発明の名称】 成膜装置および成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 製造コストを削減しつつ、高品質な機能性膜を形成可能な成膜装置および成膜方法を提供する。

【解決手段】 カソードディックバキュームアーク方式を利用したパルスアーク蒸着ソースよりなる複数の成膜手段（パルス発生器11、アーク電源12、カソード銃3）を備えるように成膜装置を構成する。各カソード銃（3a、3b、3c）は、互いに異なるカソード材料を有し、互いに異なる成膜速度で成膜処理を実行可能にする。各カソード銃における成膜速度を高精度に制御し、高品質な機能性膜を形成することができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 处理室と、

この処理室内に配設され、被処理体を保持する保持部材と、可変可能な所定の時間間隔ごとにアーカ放電を発生させ、このアーカ放電のエネルギーを利用して前記被処理体の表面に所定の成膜材料よりなる薄膜を形成する2以上の成膜手段とを備えたことを特徴とする成膜装置。

## 【請求項2】 前記成膜手段は、

所定の時間間隔ごとにパルス信号を発生させるパルス発生手段と、このパルス発生手段により発生するパルス信号に応じて電源を供給する電源供給手段と、この電源供給手段により供給される電源を利用してアーカ放電を発生させ、このアーカ放電のエネルギーを利用して成膜処理を実行する成膜ソースとを備えたことを特徴とする請求項1記載の成膜装置。

## 【請求項3】 さらに、

前記2以上の成膜手段の各パルス発生手段において互いに異なる時間間隔ごとにパルス信号を発生させるように、各パルス発生手段に対して指示信号を出力する制御手段を備えたことを特徴とする請求項2記載の成膜装置。

## 【請求項4】 さらに、

前記保持部材を回転可能に支持する回転支持部材を備えたことを特徴とする請求項1記載の成膜装置。

【請求項5】 可変可能な所定の時間間隔ごとに発生するパルス信号に応じて発生させたアーカ放電のエネルギーを利用して所定の成膜材料よりなる薄膜を形成可能な2以上の成膜手段を使用し、各成膜手段においてパルス信号が発生する時間間隔を互いに異なるようにして薄膜を形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項6】 前記所定の成膜材料として、互いに異なる屈折率を有する2以上の材料を用いることを特徴とする請求項5記載の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板などの表面上に例えば傾斜膜などの機能性膜を形成するための成膜装置または成膜方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】今日、工業用途における薄膜の成膜手法として、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、化学蒸着法(CVD; Chemical Vapor Deposition)法またはイオンプレーティング法などの各種手法が多分野において使用されている。

【0003】ところで、最近、上記したような成膜手法が複数同時に実行されるように構成した多元蒸着システムを用いて、2以上の異なる成膜材料よりなる混合膜を形成するための検討がなされている。この混合膜は、1

の成膜材料よりなる单一膜では発揮できないような新規な機能や特性を有するものとして期待されている。具体的には、例えば、互いに異なる2種類の成膜材料を用い、それぞれの成膜材料の成膜速度を互いに異なるように制御しながら成膜処理を行うことにより、膜組成を故意的に変化させた混合膜(以下、単に「傾斜膜」ともいう。)を形成することが可能になると思定される。特に、互いに異なる2種類の成膜材料として、例えば、互いに異なる屈折率を有する2種類の成膜材料を用いた場合には、屈折率がほぼ連続的または周期的に変化するような特徴的な物理的特性を有する傾斜膜が形成されるはずである。このような物理的特性を有する傾斜膜のうち、屈折率が周期的に変化するものは、一般に、「ルゲートフィルター」と呼ばれている。

【0004】ルゲートフィルターの工業用途としては、例えば、光学用途として光ディスク用の偏光フィルター(狭帯域フィルター)、色分解用のフィルターまたは反射防止フィルターなどへの利用が想定される。このルゲートフィルターは、以下のような理由により、近年、その高い有用性が認識されつつある。すなわち、例えば、互いに異なる屈折率を有する2種類の成膜材料よりなる薄膜をそれぞれ交互に積層させた積層膜では、一般に、利用すべき所望の中心設計波長のピーク以外の余分な高次の反射帯ピーク、すなわちサイドバンドが比較的多く発生してしまう。このような場合には、ノイズとして作用する不要なサイドバンドの影響を低減させるべく、例えば、ローパスまたはハイパスフィルターを光学フィルターに重ねて別途配設する必要がある。これに対して、ルゲートフィルターでは、余分なサイドバンドが比較的小ないので、上記したローパスフィルター等を別途配設することなく工業的に利用できる可能性がある。

【0005】高品質なルゲートフィルターを形成するためには、膜内における屈折率がほぼ周期的に変化するように、傾斜膜を構成する各成膜材料の成膜速度を極めて高精度に制御する必要がある。各成膜材料の成膜速度の制御が十分でないと、膜内における屈折率が断続的に変化してサイドバンドが生じてしまうからである。

【0006】ここで、上記した一連の成膜手法を用いてルゲートフィルターを形成する場合には、特に、成膜時における成膜速度を制御すると共に、形成される薄膜の厚みを制御することが重要である。一般に、成膜速度や膜厚などを制御することを目的として、例えば、光学式膜厚計や水晶振動子を含んで構成された膜厚モニターなどが使用されている。また、成膜途中における薄膜の組成や屈折率などをin-situ管理するために、エリプソメータなどが使用されている。これらの周辺機器(膜厚モニター、光学式膜厚計、エリプソメータ等)を用いて成膜速度等を制御・管理しながら成膜処理を行うことにより、例えば、チャンバー内の真空度の変化等に起因する成膜速度の変化が認識され、成膜条件の変更等の対応を

行うことが可能となる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の成膜装置を用いて傾斜膜を形成するためには、上記したように、各成膜ソースごとに独立して膜厚モニター等の周辺機器を搭載させる必要がある。これらの周辺機器

(膜厚モニター等)は、一般に、高価なものである。このように、従来、光学分野で有用なルゲートフィルターを形成する場合には、成膜時の成膜速度や膜厚の制御等を行うべく高価な周辺機器が別途必要となり、成膜装置を製造するために大きな製造コストを要するという問題があった。そのため、ルゲートフィルターは光学分野で非常に有用であるにもかかわらず、その開発・製造自体が広く実施されない状況にあった。

【0008】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、製造コストを削減しつつ、高品質な機能性膜を形成可能な成膜装置および成膜方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の成膜装置は、処理室と、この処理室内に配設され、被処理体を保持する保持部材と、可変可能な所定の時間間隔ごとにアーク放電を発生させ、このアーク放電のエネルギーを利用して被処理体の表面に所定の成膜材料よりなる薄膜を形成する2以上の成膜手段とを備えるようにしたものである。

【0010】本発明の成膜方法は、可変可能な所定の時間間隔ごとに発生するパルス信号に応じて発生させたアーク放電のエネルギーを利用して所定の成膜材料よりなる薄膜を形成可能な2以上の成膜手段を使用し、各成膜手段においてパルス信号が発生する時間間隔を互いに異なるようにして薄膜を形成するようにしたものである。

【0011】本発明の成膜装置または成膜方法では、2以上の成膜手段により、可変可能な所定の時間間隔ごとに発生するパルス信号に応じてアーク放電が発生し、このアーク放電のエネルギーを利用して所定の成膜材料よりなる薄膜が非処理体の表面に形成される。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0013】図2は、本発明の一実施の形態に係る成膜装置の平面構成を表すものであり、図1は、図2に示した成膜装置のA-A線に沿った矢視断面構成を表すものである。この成膜装置は、主に、成膜対象となる基板H(被処理体)の表面に傾斜膜を形成するためのものである。

【0014】なお、本実施の形態に係る成膜方法は、本実施の形態に係る成膜装置によって具現化されるので、以下併せて説明する。

【0015】処理室2の内部は、外部と隔離され、密閉可能になっている。処理室2の一部は開閉可能(図示せ

ず)になっており、処理室2の内部に配設された後述するサンプルホルダ5の表面に基板Hを装着したり、あるいは処理室2の内部に配設された各部位のメンテナンス等を行うことができるようになっている。

【0016】処理室2的一面、例えば、図1における上側の面(天井面)には、基板Hに対して成膜処理を施すための複数のカソード銃、例えば3つのカソード銃3a, 3b, 3c(以下、これらを総称して、単に「カソード銃3」ともいう。)がほぼ一直線上に配設されている。各カソード銃は、例えば、その先端側が処理室2の内部に位置し、一方、その基端側が処理室2の外部に位置するように、処理室2を貫通して配設されている。カソード銃3bは、例えば、その延在方向が処理室2の天井面に対して垂直になると共に、その中心が後述する回転軸4、サンプルホルダ5および基板H等のそれぞれの中心と一致するように配設されている。一方、他のカソード銃3a, 3cは、例えば、それぞれの中心がサンプルホルダ5のほぼ中心部に向かうと共に、それぞれの配設位置がカソード銃3bを挟んで対称になるように配設されている。

【0017】このカソード銃3は、アーク放電のエネルギーを利用してカソード材料(成膜材料)を蒸発させ、その蒸発原子をサンプルホルダ5上に保持された基板Hの表面まで飛散させる(すなわち、蒸着させる)ことにより、基板Hの表面に薄膜を形成するものである。カソード銃3a, 3b, 3cのそれぞれは、例えば、互いに異なる屈折率を有する成膜材料、例えばチタン(Ti), アルミニウム(A1), ニオブ(Nb)などによる金属材料をカソード材料として備えている。例えば、これらの3つのカソード銃(3a, 3b, 3c)が同時に駆動することにより、膜内の組成および屈折率がほぼ連続的または周期的に変化するような傾斜膜が形成されることとなる。もちろん、一部のカソード銃(例えばカソード銃3a等)のみが駆動することも可能になっている。カソード銃3の動作原理等については後述する。ここで、カソード銃3a, 3b, 3cが本発明における「成膜ソース」の一具体例に対応する。

【0018】処理室2の内部において、カソード銃3が配設されている領域とほぼ対向する側の領域(図中の下方領域)には、回転軸4が処理室2の他の一面、例えば、図1における下側の面(底面)を貫通して配設されている。この回転軸4は、例えば、その延在方向が処理室2の底面に対してほぼ垂直になるように配設されている。回転軸4のうち、その一端部は、例えば碗状のサンプルホルダ5と連結されており、一方、その他端部は、処理室2の外部に設けられた後述する駆動装置30(図3参照)と接続されている。

【0019】サンプルホルダ5は、成膜対象となる基板Hを保持するためのものである。サンプルホルダ5のうち、カソード銃3が配設されている領域側の面には、基

板Hが装着可能になっている。この基板Hは、サンプルホルダ5にに対して必要に応じて着脱可能になっている。図1では、例えば、サンプルホルダ5の表面のほぼ中央部に1の基板Hが装着された場合を示している。駆動装置30の駆動作用によって回転軸4が回転することにより、サンプルホルダ5に装着された基板Hが回転軸4を中心として回転するようになっている。基板Hの回転方向（右回りまたは左回り）および回転速度等は、例えば、成膜処理を行う作業者等によって自由に調整可能になっている。特に、成膜時において基板Hを回転させることにより、基板Hの表面に形成される薄膜の厚みむら（成膜むら）が軽減される。なお、サンプルホルダ5には、複数の基板Hが装着されるようにしてよい。そのような場合には、一度の成膜工程において、複数の基板Hに対して成膜処理を施すことが可能となる。

【0020】また、サンプルホルダ5は、例えば、銅やステンレスなどの導電性材料よりなるものであり、カソード銃3においてイオン化された成膜物質を加速または減速させるための電極として機能するようになっている。サンプルホルダ5は、後述するバイアス供給装置20（図3参照）に接続されており、このバイアス供給装置20により、サンプルホルダ5～処理室2（グラウンド）間に所定のバイアスが供給されるようになっている。なお、サンプルホルダ5～処理室2（グラウンド）間に供給されるバイアスの大きさ等は、例えば、作業者によって自由に調整可能になっている。

【0021】ここで、回転軸4が本発明における「回転支持部材」の一具体例に対応し、サンプルホルダ5が本発明における「保持部材」の一具体例に対応する。

【0022】処理室2のうち、例えば、カソード銃3および回転軸4のそれぞれが配設されている面以外の一面（図1における左側の側壁面）には、ガス排気管6が配設されている。ガス排気管6は、処理室2の外部に設けられた後述する減圧装置40（図3参照）に接続されている。この減圧装置40の減圧作用により、例えば、処理室2に封入されていたガスを排気させたり、処理室2の内部の圧力状態を所望の圧力状態になるまで減圧させることができになっている。

【0023】処理室2のうち、例えば、ガス排気管6が配設されている面と対向する面（図1における右側の側壁面）には、ガス導入管7が配設されている。このガス導入管7を通じて、処理室2の内部に所望のガスを導入することが可能になっている。具体的には、例えば、基板Hの表面に金属酸化膜（例えば、酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）等）を形成するような場合には、ガス導入管7を通じて処理室2の内部に酸素ガス（ $O_2$ ）を導入することが可能になっている。

【0024】ここで、カソード銃3～基板H間の距離L1は、以下のような不具合を回避するように適正化されている。すなわち、距離L1が小さすぎると、基板Hに

対してカソード銃3が接近しすぎて、カソード銃3が駆動する際に生じる輻射熱の影響が基板Hまで及んでしまう。このような場合には、成膜工程中において基板Hの温度が過度に上昇してしまい、基板Hが熱膨張等により破損する可能性がある。このため、上記した輻射熱に起因する基板Hの破損等を回避すべく、距離L1を適正に大きくする必要がある。一方、距離L1が大きすぎると、基板Hとカソード銃3とが離れすぎて、成膜処理が適正に行われない場合がある。例えば、金属酸化膜を成膜すべく処理室2に酸素ガスを導入した状態では、カソード銃3から蒸発して飛散した金属原子の平均自由行程は、処理室2が減圧状態にある場合の平均自由行程よりも小さくなる。このような場合には、カソード銃3から飛散した金属原子の一部が基板Hの表面まで到達できないこととなり、結果として、成膜処理が十分に行われなくなる可能性がある。これらのことから、成膜処理を効率よく実行すべく、距離L1を適正化する必要がある。上記したカソード銃3の駆動時における輻射熱の影響や処理室2に導入されたガス中における金属原子の平均自由行程の減少傾向は、主に、カソード銃3の出力等によって変動することとなる。このため、距離L1は、主に、カソード銃3の出力等の条件に基づいて決定される。

【0025】図3は、成膜装置の概略構成を表すブロック図である。なお、図3では、主に、コントローラ50から出力される指示信号に基づいて駆動する一連の部位を示している。成膜装置は、例えば、カソード銃3a, 3b, 3cに対応する3つのパルス発生器11a, 11b, 11c（以下、これらを総称して単に「パルス発生器11」ともいう。）および3つのアーク電源12a, 12b, 12c（以下、これらを総称して単に「アーク電源12」ともいう。）と、バイアスを供給するためのバイアス供給装置20と、回転軸4を回転させるための駆動装置30と、処理室2の内部を減圧するための減圧装置40と、成膜装置全体を制御するためのコントローラ50とを備えている。ここで、アーク電源12（12a, 12b, 12c）が本発明における「電源供給手段」の一具体例に対応し、コントローラ50が本発明における「制御手段」の一具体例に対応する。また、パルス発生器11a, アーク電源12a, カソード銃3a, パルス発生器11b, アーク電源12b, カソード銃3bおよびパルス発生器11c, アーク電源12c, カソード銃3cのそれぞれが本発明における「成膜手段」の一具体例に対応する。

【0026】コントローラ50は、成膜装置全体を統括して制御するものである。具体的には、コントローラ50は、例えば、パルス発生器11、バイアス供給装置20、駆動装置30および減圧装置40等に対して、それぞれの部位を駆動させるための指示信号を出力するようになっている。特に、このコントローラ50は、後述す

るよう、各パルス発生器に対して互いに異なる指示信号を出力し、各パルス発生器(11a, 11b, 11c)において互いに異なる周波数を有するパルス信号を発生させるようになっている。このとき、コントローラ50から上記の各部位に対して出力される各指示信号の内容は、例えば、作業者等がキーボードなどの入力装置(図示せず)を操作して入力した成膜条件に対応することとなる。なお、上記した「成膜条件」とは、例えば、後述するバイアス条件、回転条件および減圧条件等である。

【0027】バイアス供給装置20は、コントローラ50から出力される指示信号に応じて処理室2(グラウンド)～サンプルホルダ5間に所定のバイアス(バイアス供給条件)を供給するものである。駆動装置30は、例えば、モータなどを含んで構成されるものであり、コントローラ50から出力される指示信号に応じて、所定の回転方向および回転速度(回転条件)で回転軸4を回転させるものである。減圧装置40は、例えば、真空ポンプなどを含んで構成されるものであり、コントローラ50から出力される指示信号に応じて処理室2の内部の圧力状態を所定の圧力状態(減圧条件)になるまで減圧するものである。

【0028】パルス発生器11a、アーク電源12aおよびカソード銃3により構成されるユニットは、例えば、カソーディックバキュームアーク方式を利用したパルスアーク蒸着ソースである。

【0029】パルス発生器11aは、コントローラ50から出力される指示信号に基づいて所定の周波数を有するパルス信号を発生させ、このパルス信号をアーク電源12aに対して出力するものである。パルス発生器11aにおいて発生するパルス信号の周波数は可変可能になっており、特に、パルス発生器11aは、他のパルス発生器(11b, 11c)において発生するパルス信号の周波数とは異なる周波数のパルス信号を発生させることができになっている。もちろん、各パルス発生器(11a, 11b, 11c)において発生するパルス信号の周波数を一律化することも可能である。

【0030】アーク電源12aは、パルス発生器11aから出力されるパルス信号に応じて、カソード銃3aに対して電流パルスを出力するものである。このとき、アーク電源12aは、パルス発生器11aから出力される「1のパルス信号」に応じて、所定の電流量に相当する「1の電流パルス」を出力するようになっている。ここで、上記した「所定の電流量」とは、例えば、カソード銃3aにおいて「1のアーク放電」を発生させることができ可能な電流量である。すなわち、アーク電源12aからカソード銃3aに対して出力される電流量(電流パルスの数)は、パルス発生器11aからアーク電源12bに対して出力されるパルス信号の周波数(パルスの数)に比例して増減するようになっている。

【0031】カソード銃3aは、アーク電源12aから出力される電流信号に応じてアーク放電を発生させ、このアーク放電のエネルギーを利用して成膜処理を実行するものである。このとき、カソード銃3aは、アーク電源12aから出力される「1の電流パルス」に応じて「1のアーク放電」を発生させ、この「1のアーク放電」のエネルギーに対応する所定量のカソード材料を蒸発させるようになっている。すなわち、カソード銃3aにおけるカソード材料の蒸発量(成膜量)は、アーク電源12aからカソード銃3aに対して出力される電流量(電流パルスの数)に比例して増減するようになっている。

【0032】このように、カソード銃3aにおける単位時間当たりのカソード材料の蒸発量(成膜速度)は、パルス発生器11aから出力されるパルス信号の周波数により制御されるようになっている。具体的には、例えば、パルス発生器11aにおいて発生するパルス信号の周波数を0.1Hz～10Hzの間で変化させることにより、カソード銃3aの成膜速度を1～100倍の間でほぼ線形的に変化させることが可能になっている。

【0033】このとき、カソード銃3aの成膜速度は、パルス発生器11aから出力されるパルス信号の周波数に応じて変更されるため、以下のような理由により、高精度に制御される。すなわち、例えば、従来の成膜手法を用いて成膜処理を行う場合には、成膜処理の途中において成膜速度を変更しようとしても、作業者等の条件変更にともなう操作に対する制御応答(実際の成膜速度の変化)が遅く、成膜速度が高精度に制御されない。このような傾向は、特に、例えば電子ビーム蒸着や抵抗加熱型蒸着のように、カソード材料が所定の蒸発温度や昇華温度以上に達することにより成膜処理が実行されるような成膜手法や、またはスパッタリングのように、チャンバー内のガス量やガス圧が所定の状態に達することにより成膜処理が実行される成膜手法を用いる場合に顕著となる。これに対して、この成膜装置では、パルス発生器11aから出力されるパルス信号、すなわち電気的な信号処理を通じて成膜速度が瞬時かつ正確に変更される。

【0034】なお、パルス発生器11b, 11c、アーク電源12b, 12cおよびカソード銃3b, 3cのそれぞれは、上記したパルス発生器11a、アーク電源12aおよびカソード銃3aの場合と同様に機能するものである。

【0035】特に、カソード銃3a, 3b, 3cのそれぞれは、上記したように、パルス発生器11a, 11b, 11cから出力される互いに異なる周波数を有するパルス信号に応じて、互いに異なる成膜速度で成膜処理を行うことが可能になっている。

【0036】次に、図1～図3を参照して、この成膜装置の動作について説明する。な、以下では、例えば、基板Hの表面に、互いに異なる屈折率を有する3種類の成

膜材料（例えば、チタン、アルミニウム、ニオブ）による傾斜膜を形成する場合について説明する。

【0037】成膜処理を行う前には、作業者等により、以下のような準備作業が行われる。すなわち、基板Hを洗浄したのち、サンプルホルダ5の表面における任意の位置、例えばそのほぼ中央の位置に基板Hを装着する。続いて、処理室2の密閉状態を確認したのち、図示しないキーボードなどの入力装置を介して所定の成膜条件（バイアス条件、回転条件および減圧条件等）を入力する。

【0038】この成膜装置では、上記の準備作業が完了したのち、まず、減圧装置40が駆動し、処理室2の内部を満たしていたガス（例えば空気等）をガス排気管6を通じて排気する。この排気処理により、所定の圧力状態になるまで処理室2の内部が減圧する。続いて、駆動装置30が駆動し、回転軸4が回転する。この回転軸4の回転により、サンプルホルダ5に装着されている基板Hが回転軸4を中心として回転する。続いて、バイアス供給装置20が駆動し、カソード銃3～サンプルホルダ5間に所定のバイアスを供給する。続いて、パルス発生器11、アーク電源12およびカソード銃3が駆動し、各カソード銃が成膜処理を実行する。このとき、各カソード銃は、互いに異なる成膜速度で成膜処理を実行する。この成膜処理により、基板Hの表面に、互いに異なる屈折率を有する3つの金属材料（例えば、チタン、アルミニウム、ニオブ）による傾斜膜が形成される。この傾斜膜は、所望の膜組成を再現し、膜内の屈折率がほぼ連続的または周期的に変化するような物理的特性を有することとなる。

【0039】なお、成膜処理の完了後、処理室2の内部の圧力が外部の圧力とほぼ等しくなった状態において、作業者等により基板Hが処理室2の内部から取り出される。

【0040】本実施の形態の成膜装置では、複数（例えば3つ）のカソーディックバキュームアーク方式を利用したパルスアーク蒸着ソース（パルス発生器11、アーク電源12、カソード銃3）を備え、各蒸着ソースが互いに異なる成膜速度で成膜処理を実行するようにしたので、成膜速度を制御するために高価な周辺機器（例えば膜厚モニター等）を用いることなく、各蒸着ソースの成膜速度を高精度に制御することが可能となる。したがって、製造コストを削減しつつ、高品質な傾斜膜を安定かつ容易に形成することができる。特に、各カソード銃のカソード材料（成膜材料）として、互いに異なる屈折率を有する複数の材料を用いることにより、膜内の屈折率がほぼ連続的または周期的に変化するような高品質な傾斜膜を形成することができる。

【0041】また、本実施の形態の成膜装置では、成膜時において、サンプルホルダ5の表面に装着された基板Hを回転軸4を中心として回転させるようにしたので、

基板Hの表面に形成される薄膜の厚みむら（成膜むら）を軽減させ、その厚みをほぼ均一にすることができます。

【0042】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、成膜装置に3つのカソード銃が搭載されるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、2または4以上の複数のカソード銃が搭載されるようにしてもよい。

【0043】また、成膜装置に搭載される部位としては、必ずしも図1～図3に示した一連の部位のみに限らず、これらの一連の部位の他、必要に応じて他の各種部位を搭載されるようにしてもよい。上記した「他の各種部位」としては、例えば、基板Hの表面を清浄化するためのクリーニング用のイオン銃（例えば、アルゴン（Ar）イオン銃）や、処理室2における蒸着原子の反応性を高めるために酸素プラズマなどを発生させるミキシング用のイオン銃などである。

【0044】また、上記実施の形態では、処理室2のうち、回転軸4が配設されている面（底面）と対向する側の面（天井面）に3つのカソード銃3a、3b、3cが配設されるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、各カソード銃の配設位置を自由に変更するようにしてもよい。具体的には、例えば、カソード銃3のうちの一部（例えばカソード銃3a）を処理室2のうちのガス排気管6やガス導入管7が配設された面（側壁面）に配設されるようにしてもよい。このような場合においても、上記実施の形態の場合とほぼ同様の効果を得ることができる。ただし、上記したカソード銃3～基板H間の距離L1に起因する各種の不具合を回避するならば、各カソード銃～基板H間の距離がほぼ同条件となるように、上記実施の形態で示したような基板Hと対向した面（天井面）に3つのカソード銃3a、3b、3cを配設するようにするのが好ましい。

【0045】また、上記実施の形態では、各カソード銃のカソード材料として、互いに異なる屈折率を有する複数種類の材料を用いるようにしたが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、屈折率以外の他の物理的特性が異なる複数種類の材料を用いるようにしてもよい。このような場合には、上記した傾斜膜以外の新たな機能を有する有用な機能性膜を形成することができる可能性がある。

#### 【0046】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の成膜装置または請求項5または請求項6に記載の成膜方法によれば、可変可能な所定の時間間隔ごとに発生するパルス信号に応じて発生させたアーク放電のエネルギーを利用して所定の成膜材料よりなる薄膜を形成可能な2以上の成膜手段を使用し、各成膜手段においてパルス信号が発生する時間間隔を互いに異なるようにして薄膜を形成するようにしたの

で、膜厚モニター等の高価な周辺機器を用いることなく、成膜速度を制御することが可能となる。したがって、製造コストを削減しつつ、高品質な傾斜膜（機能性膜）を安定かつ容易に形成することができる。

【0047】また、請求項4記載の成膜装置によれば、さらに、保持部材を回転可能に支持する回転支持部材を備えるようにしたので、成膜時において保持部材を回転させることにより、被処理体の表面に形成される薄膜の厚みむら（成膜むら）を軽減させ、その厚みをほぼ均一にすることができます。

【0048】また、請求項6記載の成膜方法によれば、所定の成膜材料として、互いに異なる屈折率を有する2以上の材料を用いるようにしたので、ルゲートフィルターなどの機能性膜を安定かつ容易に形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る成膜装置の断面構成を表す図である。

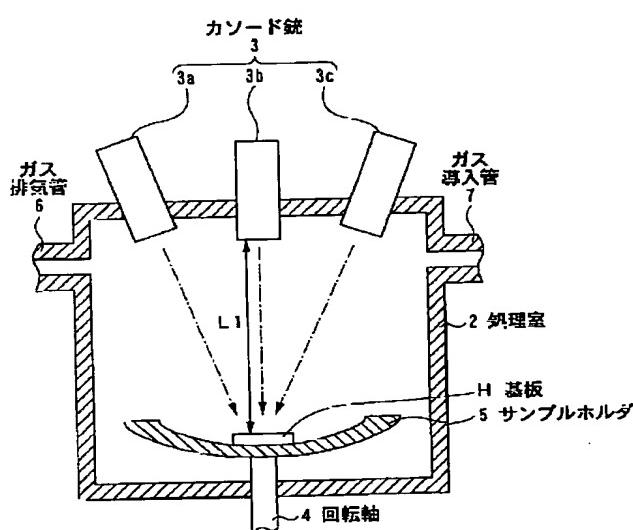
【図2】図1に示した成膜装置の平面構成を表す図である。

【図3】本発明の一実施の形態に係る成膜装置の概略構成を表すブロック図である。

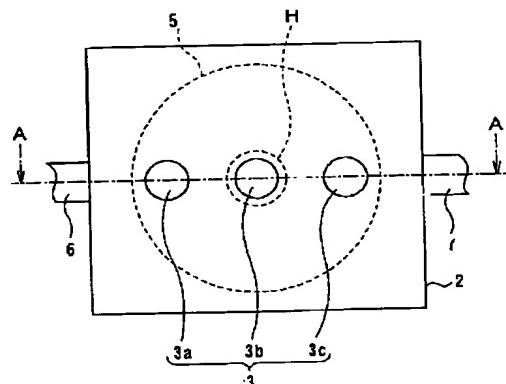
#### 【符号の説明】

2…処理室、3（3a, 3b, 3c）…カソード銃、4…回転軸、5…サンプルホルダ、6…ガス排気管、7…ガス導入管、11（11a, 11b, 11c）…パルス発生器、12（12a, 12b, 12c）…アーク電源、20…バイアス供給装置、30…駆動装置、40…減圧装置、50…コントローラ、H…基板。

【図1】



【図2】



【図3】

